

Ing. David BOROVSKÝ
Energetický specialista,
konzultant

Velkoplošné solární soustavy v kontextu koncepčních změn dánské energetiky

Large-Scale Solar Systems in the Context of Danish Energy Policy Changes

Recenzent
doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D.

Článek shrnuje vývoj v oblasti velkoplošných solárních soustav dodávajících teplo do soustav centralizovaného zásobování v Dánsku. První projekty byly realizovány v roce 1988. Na pozadí koncepčních změn dánské energetiky je sledován postupný přechod od pilotních projektů k čistě komerčním realizacím, které jsou plnohodnotnou součástí energetických systémů.

Klíčová slova: centralizované zásobování teplem, solární soustavy

The article summarizes development of large-scale solar systems supplying heat to district systems in Denmark. The first projects were implemented in 1988. Gradual transition from pilot projects to purely commercial implementations that are fully integrated into energy systems is observed against the background of policy changes in the Danish energy sector.

Keywords: district heating, solar systems

ÚVOD

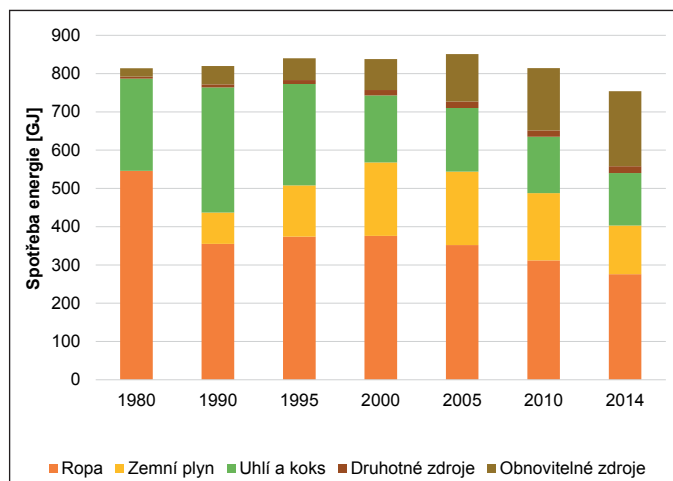
Instalovaná plocha solárních kolektorů v dánských soustavách centralizovaného zásobování teplem překročila na konci roku 2015 hodnotu 750 000 m². Solární soustavy jako zdroj tepla však představují pouze část komplexního energetického systému, který se v posledních 40 letech v Dánsku vyvíjel. Jedním z určujících faktorů národního energetického konceptu je stabilní, či v posledních letech spíše klesající celková spotřeba energie.

Dalším klíčovým prvkem přeměny dánské energetiky byl postupný přechod z centralizované výroby elektrické energie, jejímž základem byly velké zdroje spalující uhlí k decentralizované výrobě, v níž je podíl uhelných zdrojů na úrovni 35 % a nadále se snižuje.

PŘEROD DÁNSKÉ ENERGETIKY V RÁMCÍ ZAJIŠTĚNÍ DODÁVEK TEPLA

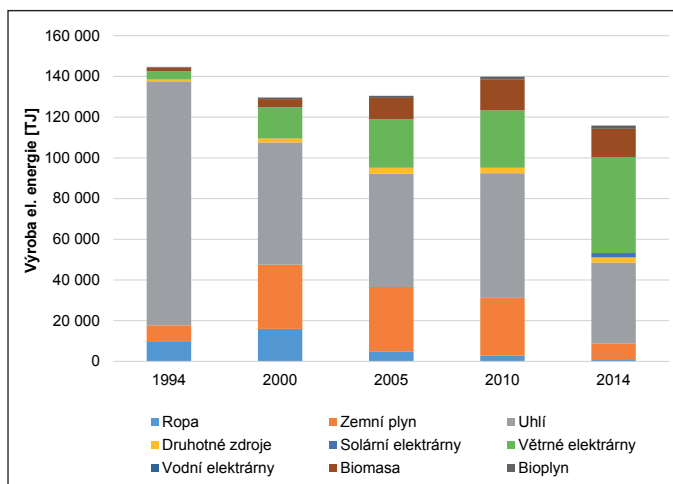
Zásadním impulsem pro přeměnu dánského energetického systému byla „první ropná krize“ v roce 1973. Dánská výroba tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, v té době orientovaná především na ropné deriváty (topné oleje), utrpěla významný ekonomický zásah, který většina obyvatel pocítila téměř okamžitě. Součástí souvisejících opatření bylo například omezení provozu továren, veřejného osvětlení či zákaz provozu motorových vozidel ve vybraných dnech. Skoková, razantní změna ceny jednoho z hlavních paliv přivedla čelní politické představitele k rozhodnutí o změně koncepce dánské energetiky směrem k vyšší efektivitě a maximální možné míře soběstačnosti.

Jedním z hlavních bodů nového energetického konceptu byla legislativní podpora soustav centralizovaného zásobování teplem jdoucí ruku v ruce s využíváním odpadního tepla a nasazováním kombinované výroby elektrické energie a tepla. Podíl dodávek tepla z CZT tak v současnosti dosahuje 63 % z celkové spotřeby na vytápění a přípravu TV a nadále vznikají nové nízkoteplotní soustavy, jejichž hlavními vlastnostmi jsou minimální tepelné ztráty a maximální komfort (technický i ekonomický) pro jejich uživatele.



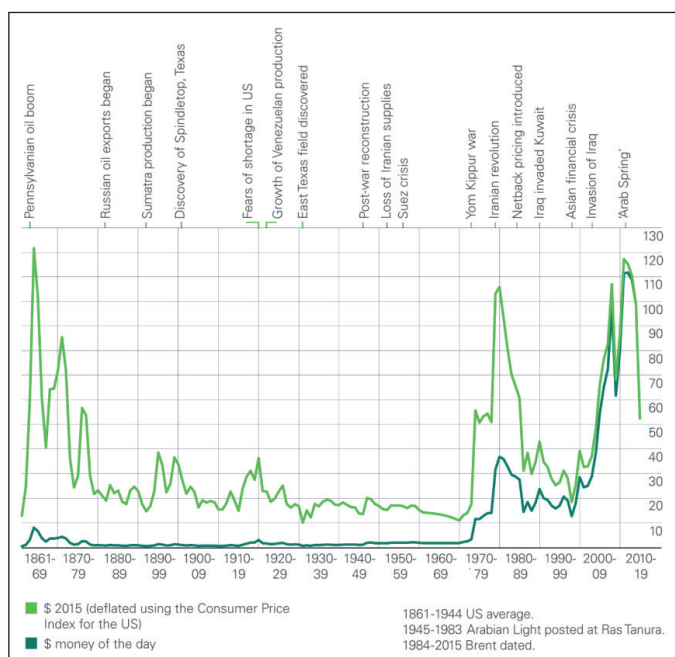
Obr. 1 Vývoj hrubé spotřeby energie v Dánsku včetně podílu jednotlivých zdrojů

Fig. 1 Development of gross energy consumption in Denmark, including the share of particular sources



Obr. 2 Vývoj výroby elektrické energie dle zdrojů

Fig. 2 Development of electricity production according to sources



Obr. 3 Vývoj cen ropy

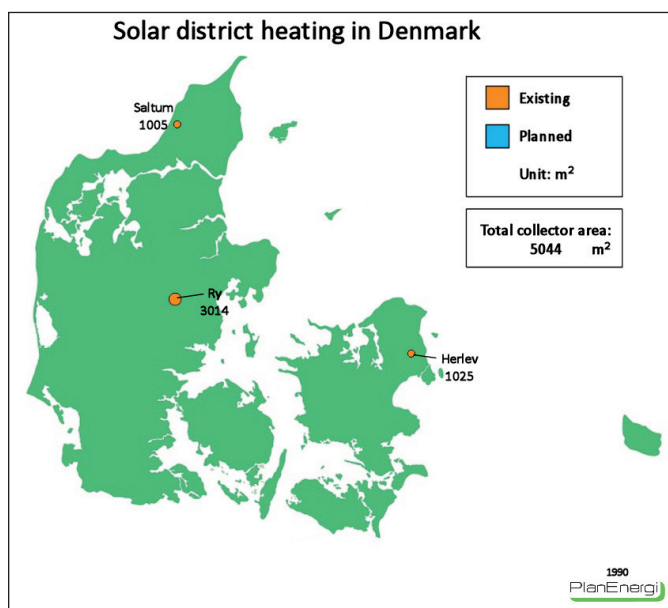
Fig. 3 Development of oil prices

IMPLEMENTACE VELKOPLOŠNÝCH SOLÁRNÍCH SOUSTAV

První realizace solárních soustav dodávajících teplo v rámci systémů centralizovaného zásobování teplem byly uvedeny do provozu ve Švédsku na konci 70. let 20. století. V Dánsku byla převzata základní koncepce soustav včetně licencované výroby speciálních velkoplošných kolektorů (12,5 m²).

Vliv na rozvoj solárních soustav v rámci CZT, ale i na rozvoj CZT jako celku, měly některé legislativní úpravy:

- Povinné úspory energie na straně dodavatele (obdobný model pře-

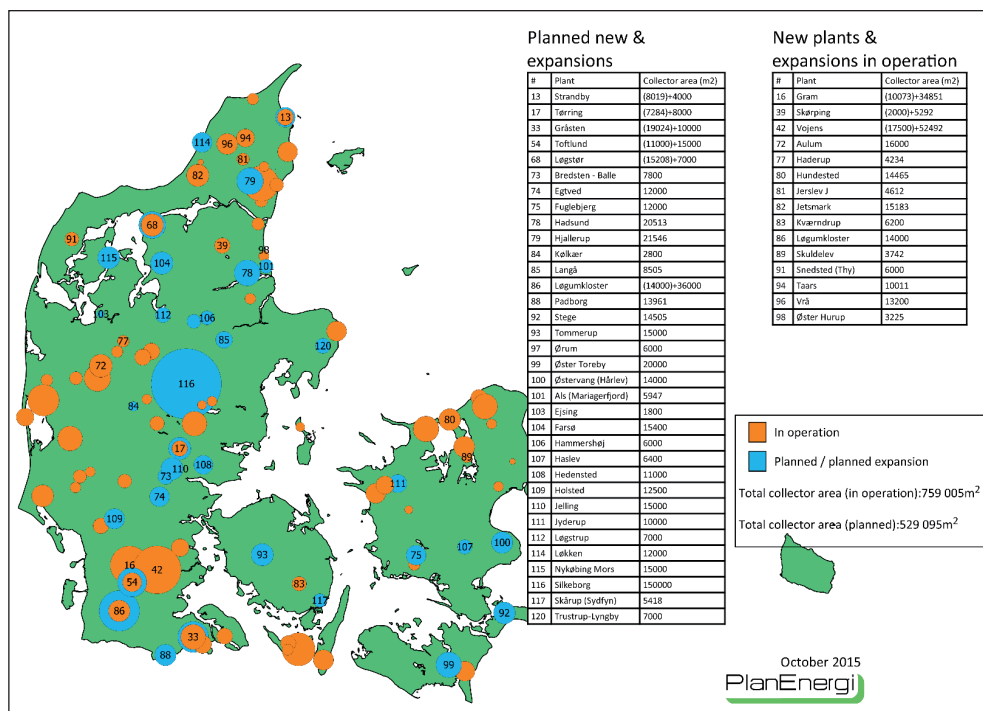


Obr. 4 Solární soustavy v CZT – rok 1990

Fig. 4 Solar system at DH – for the year 1990

vzala evropská směrnice). V Dánsku jsou povinné roční úspory na úrovni 1,5 % dodávek. Odpovědný za úsporu je dodavatel tepla. Solární tepelné soustavy se v rámci systému zahrnovaly jako úspora primární energie, ale pouze do konce roku 2015.

- Zákaz lokálního využití zemního plynu pro vytápění nových budov v případě, že je technicky dostupná alternativa.
- V aktuálním konceptu je biomasa vedena jako přechodné palivo do roku 2035. Postupně má být nahrazena elektrickou energií z obnovitelných zdrojů či teplem z CZT, které obnovitelných zdrojů využívá.
- Dánské firmy provozující soustavy CZT fungují převážně jako „neziskové organizace“, spolky či sdružení a nemohou vytvářet zisk, což má vliv na konečnou cenu produktu (tepla).
- Sluneční záření zatím není v Dánsku zdaněno.



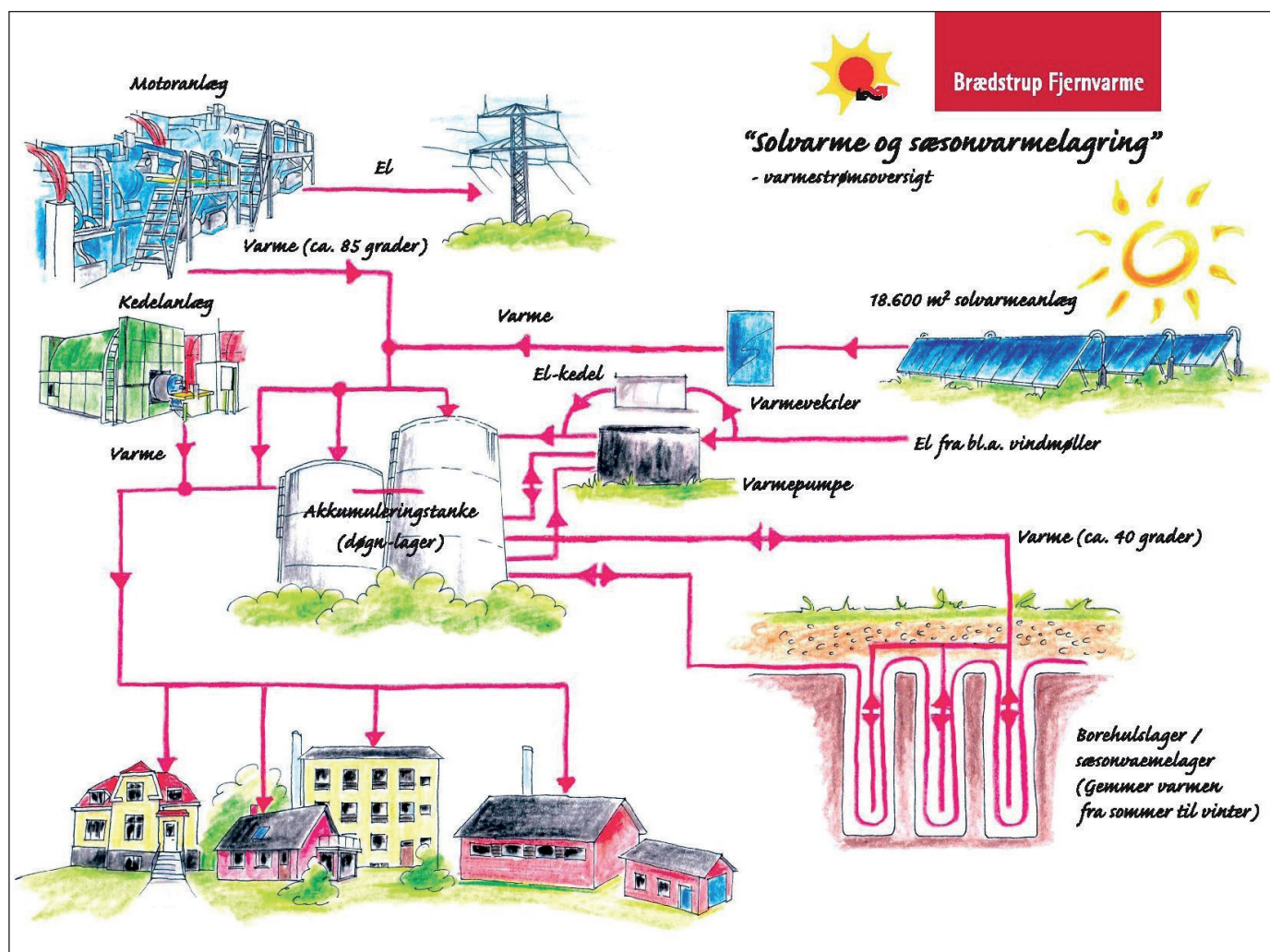
Obr. 5 Solární soustavy v CZT – rok 2015

Fig. 5 Solar systems at DH – for the year 2015

VÍCEZDROJOVÁ SOUSTAVA CZT VYUŽÍVAJÍCÍ POHYBLIVÝCH CENOVÝCH TARIFŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE

Jak je patrné z obr. 2, vykazují po roce 2000 větrné elektrárny nejvýznamnější růst bilančního podílu výroby elektrické energie ze všech sledovaných zdrojů. Dánská elektrizační soustava se tak musí vypořádávat se všemi souvisejícími negativními vlivy.

Jednou z možností, jak čelit rozdílu mezi poptávkou a nabídkou elektrické energie v síti, je model skladby zdrojové základny realizovaný ve městě Braedstrup. Původní soustava centralizovaného zásobování teplem doznala v posledních letech významných změn, které jejím uživatelům (vlastníkům) umožňují bezpečný odběr tepla za přijatelné ceny i při vysokém ročním bilančním podílu obnovitelných zdrojů energie.



Obr. 6 Schéma zdrojové základny – CZT Braedstrup

Fig. 6 Scheme of the source base – DH Braedstrup

Základním zdrojem tepla pro soustavu CZT byly kogenerační jednotky na zemní plyn v kombinaci s plynovými kotli. Prvním rozšířením zdrojové základny byla realizace solární tepelné soustavy s 8000 m² solárních kolektorů a nárazovým vodním zásobníkem o objemu 2000 m³. Tato solární soustava dodávala do CZT zhruba 10 % roční potřeby tepelné energie.

Po několika letech spolehlivého provozu a dalším růstu ceny zemního plynu bylo rozhodnuto o dalších úpravách zdrojové základny soustavy CZT. Zde je nutné zmínit, že dánská politická reprezentace používá k prosazování národních cílů obvykle daňovou soustavu a ceny komodit tak zdaleka nejsou závislé pouze na tržní ceně, ale v mnoha případech jsou zásadními položkami období spotřební či ekologické daně. Uvedené rozšíření zdrojové základny pak spočívalo v realizaci další solární soustavy (10 600 m²), instalaci tepelného čerpadla a elektrokotle a zejména ve výstavbě sezónního zásobníku tepla se zemními vrty.

Tab. 1 Vliv teploty zpátečky na cenu tepla

Tab. 1 Influence of the return temperature on the price of heat

Průměrná teplota zpětného potrubí [°C]	Bonus/malus k ceně tepla za každý K [€/MWh]
větší než 35 °C	0,55
30 až 35 °C	0,00
menší než 30 °C	-0,55

Nově koncipovaná soustava tak umožňuje odebírat elektrickou energii v době jejího přebytku v distribuční soustavě a vyrábět tak prostřednictvím tepelného čerpadla levnou tepelnou energii, která je buď rovnou spotřebovávána v soustavě CZT, nebo akumulována v zásobnících pro pozdější využití. Naopak v časových úsecích s vyšší poptávkou po elektrické energii je možné tuto vyrábět v KVT a za výhodných podmínek dodávat do sítě. Teplo pak může být využito/akumulováno stejně jako v předcházejícím případě. Dodávky tepla ze solární soustavy jsou užívány/akumulovány dle potřeby tepla v soustavě. Elektrokotel je pak spouštěn v případech s extrémně nízkou cenou elektrické energie a funguje jako regulační prvek distribuční soustavy elektrické energie (kompenzace kladné systémové odchylky).

Nízká teplota zpětného potrubí soustavy CZT umožňuje snadnější implementaci obnovitelných zdrojů energie a také znamená nižší tepelné ztráty rozvodů. Provozovatel soustavy tak zavedl motivační tarif odběru tepla, který je závislý na teplotě vody ve zpětném potrubí každého konkrétního uživatele. Zjednodušeně řečeno, čím nižší teplota vratné vody, tím nižší jednotková cena tepelné energie.

ZÁVĚR

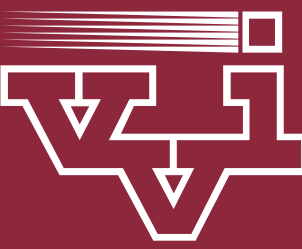
Velkoplošné solární tepelné soustavy jsou jedním z prvků stále probíhající komplexní přeměny dánské energetiky. Vývoj v oblasti centralizovaného zásobování teplem a jeho těsnější provázání se

zdroji elektrické energie přineslo širší využití sezónním zásobníkům tepla, původně koncipovaným pouze pro přenesení letních přebytků solárního tepla do přechodného a zimního období. Interakce všech prvků systému s krátkou reakční dobou umožňuje ekonomicky efektivní provoz systému při zachování, resp. zvýšení bezpečnosti dodávek tepla. Nedílnou součástí konceptu je i nízká energetická náročnost spotřebitelských (budovy) a distribučních (rozvody) systémů, která umožňuje snadnější nasazení obnovitelných a alternativních zdrojů tepla.

Kontakt na autora: d.borovsky@seznam.cz

Použité zdroje:

- [1] SØRENSEN P. A. More than 750,000 m² solar district heating collectors installed in Denmark – The Story. *Velkoplošné solární soustavy jako zdroje tepla pro SCZT v Dánsku*. 2015.
- [2] Danish Energy Agency. *Energy statistics 2012*. 2013
- [3] BP. *BP Statistical Review of World Energy 2015* [online]. Dostupné z: <http://www.bp.com>
- [4] Brædstrup Fjernvarme. *Solvarme og Sæsonlagring* [online]. Dostupné z: <http://www.braedstrup-fjernvarme.dk>



VYTÁPĚNÍ VĚTRÁNÍ INSTALACE

Vážení přátelé,
Společnost pro techniku prostředí nabízí
2. přepracované vydání

Názvoslovného výkladového slovníku z oboru Technika prostředí

v Č-N-A, A-Č-N, N-Č-A mutacích

Obsahuje terminologii oborů:

Vytápění, Solární technika, Tepelná izolace, Chladicí technika,
Tepelná čerpadla, Větrání, Klimatizace, Hluk a otřesy,
Průmyslová vzduchotechnika, Pneumatická doprava,
Čistota ovzduší, Odprašování, Hygiena,
Automatická regulace, Ekonomika investic,
Domovní vodovody, Plynovody, Kanalizace.

Slovník je možno obdržet:

- osobně v sekretariátu Společnosti pro techniku prostředí:
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 nebo
- v redakci VVI – Fakulta strojní, 8. p., Technická 4, 166 07 Praha 6.

ZDARMA do rozebrání zásob.

Budoucnost přírodních chladiv

Ve dvou studiích o přírodních chladivech a o chladicích systémech se zabývala marketingová firma Marketsandmarkets, Dallas, globální trendy a předpovědi do roku 2020 užitím přírodních chladiv (čpavek, CO₂, propan a butan), jakož i chladicími systémy na bázi transkritického CO₂.

V první studii uvádí, že v roce 2014 činil podíl trhu přírodních chladiv 822 mil. USD a do roku 2020 by měl růst asi o 11,5 % ročně a dosáhnout 1,42 mld. USD. Ve druhé studii uvádí, že v roce 2014 dosáhl prodej zařízení na bázi transkritického CO₂ cca 4,9 mld. USD a růst do roku 2020 odhaduje na 527 % ročně a v roce 2020 vzrůst na 30,7 mld. USD. Asi 85 % podílu dosáhne Evropa s 26 mld. USD. Hlavním motorem růstu bude chlazení supermarketů.

Pramen: CCI 12/2015, s. 28

(AB)

Ventilátorové chlazení v JE Dukovany

Jaderná elektrárna Dukovany (JEDU) testuje první část odolnějších chladicích věží. Proti dosavadním 125 metrů vysokým věžím s přirozeným prouděním vzduchu jsou novostavby sedmkrát nižší a k chlazení vody používají mohutné ventilátory. Dokážou lépe odolávat zemětřesení, větru a jiným extrémům počasí. V souhrnu jde o investici přes miliardu korun. Stavba výrazně posiluje bezpečnostní systém JEDU. Jde o jedno z nejnáročnějších opatření, která pro Dukovany vyplynula ze zátěžových testů uskutečněných po havárii japonské elektrárny Fukušima.

K chlazení zařízení JEDU zatím sloužilo 8 mohutných železobetonových chladicích věží. Poškodit by je ale mohl vítr s rychlostí přes 150 km/h. V minulých dvou letech proto byly v jejich sousedství postaveny dvě podstatně nižší budovy, z nichž každá obsahuje 6 velkých ventilátorů. Ty by měly fungovat při větru do 250 km/h, odolat by měly také zemětřesení kolem 5,5 stupně Richterovy škály, extrémnímu horku a srážkám. Elektrárna bude nadále používat oba způsoby chlazení.

Provozována je zatím první budova s 6 ventilátory určená pro chlazení bezpečnostních systémů prvního a druhého výrobního bloku JEDU. Dostavěna je již i stejná druhá část věží s ventilátory pro zbývající dva jaderné bloky elektrárny.

V železobetonové konstrukci jsou ventilátory s lopatkami dlouhými 4 m umístěny odděleně. Každý ventilátor dokáže zajistit chlazení celého bloku – pro každý blok je to tedy 200% rezerva. Jedna budova s ventilátory zabírá plochu téměř 40 × 27 metrů. Stovky metrů přívodního potrubí o průměru 1 000 mm sahají 6 až 10 metrů pod zem.

Pramen: E15.cz 10. 3. 2016

(AB)

Výškové domy ze dřeva

Nejméně 40 podlaží by mohl mít celodřevěný výškový dům podle Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) se sídlem na Illinois University of Technology v Chicagu. Podle CTBUH by měl být připraven „jízdní řád pro výškové domy stavěné ze dřeva“. V tomto směru jsou pokrokem stavby australské společnosti Forté z Melbourne s minimálně 10 patry a propracované i po stránce bezpečnosti a energetické bilance.

Evropské a zejména německé stavebnictví je vůči dřevěným výškovým domům dosud zaujato. Přispívá k tomu i situace v legislativě, neboť chybí odpovídající stavební předpisy. Například v ochraně proti požáru se čas počítá v minutách. Protože je dřevo oproti betonu hořlavé, jsou v Německu povoleny dřevěné domy nejvýše pětipodlažní, aby i obyvatelé nejvyššího podlaží měli dost času dřevěný dům při zahoření opustit. Z praxe je však známo, že zatímco dřevěné trámy při požáru vydrží déle stabilní, ocelové nosníky se zhroutnou.

Z hlediska energetické bilance emituje výroba každých 10 kg betonu až 9 kg skleníkových plynů, zatímco výroba materiálu pro dřevostavby sotva desetinu. Dřevěné stavby jsou lehčí, mají vyšší pevnost, vyšší tepelněizolační schopnosti, tlumí hluk a jsou z větší části recyklovatelné. Třetina roční těžby dřeva v Německu by stačila na výstavbu všech novostaveb ze dřeva. V současné době je v Německu asi 16 % novostaveb ze dřeva, a to malých staveb – převážně volně stojících rodinných domků.

Pramen: CTBUH Review 2015

(AB)